



関西学院大学リポジトリ

Kwansei Gakuin University Repository

培養神経回路網における細胞外ブドウ糖濃度変更による自律的エネルギー調整

著者	福井 花菜
発行年	2019
URL	http://hdl.handle.net/10236/00028884

2019 年度 修士論文要旨

培養神経回路網における細胞外ブドウ糖濃度変更による

自律的エネルギー調整

関西学院大学大学院理工学研究科

人間システム工学専攻 工藤研究室 福井 花菜

神経科学・脳科学の知見は人工知能やブレインコンピュータインタフェース (BCI) といった工学分野の応用技術研究のベースとして必要不可欠であり、関心が高まっている。脳の情報処理系はシナプスを介した電気信号の伝播によって成されるが、実際に脳が外界の情報をどのように処理しているかは未だ完全な解明には至っていない。脳を構成する神経細胞はブドウ糖の酸化反応による代謝エネルギーを使用して神経活動を行っている。細胞にとってブドウ糖は重要な活動エネルギー源であるため、細胞外ブドウ糖濃度は細胞の生死に直結する重要なパラメータである。自発性神経電気活動の恒常性が報告されており、この恒常性に基づいて得られるエネルギーに対して最適なネットワークを構築するように神経回路網が自己改変を行う仕組みがあると考えられる。生存に繋がる状態を「快状態」とであると仮定すれば、生存という本質的な報酬と細胞外ブドウ糖濃度の最適化とが記号設置し、至適細胞外ブドウ糖濃度に基づく実質的な報酬系を培養神経回路網上に構築することが可能である。本研究では細胞外溶液を異なるブドウ糖濃度のものに切り替えて還流することでブドウ糖濃度を変化させながら神経電気活動を計測する還流システムを構築した。また、細胞外ブドウ糖濃度を操作することで自発性神経活動の頻度の調整が繰り返し、可逆的に可能であることを示した。このことから神経電気活動の頻度に応じて細胞外ブドウ糖濃度を自律的に変更するフィードバックシステムを構築し、自発性神経活動の頻度が安定して制御されることを確認した。これは神経活動に応じて還流システムが動作を変更したということであるが、逆に神経回路網が還流システムを介して外界のブドウ糖濃度を変更したと解釈することが可能である。ブドウ糖濃度の変更により、神経回路網が得られる活動エネルギー量が変化する。至適ブドウ糖濃度においては効率良くエネルギーが得られるように神経ネットワークの自己組織的な改変が行われるのではないかと推測し、自己組織化マップを用いてネットワーク変化を解析した。至適ブドウ糖濃度におけるコンディショニング前後では神経活動パターンのバリエーションの増加や特定のパターンの発現確率の上昇が見られた。これはブドウ糖濃度に依存した学習が成立した可能性を示唆する。